

Exercice 1 (cogénération) (10 pts) :

1. D'après le doc 1, le biogaz obtenu par méthanisation est composé de 60 % de méthane et 40 % de CO₂ (dioxyde de carbone) et H₂S (sulfure d'hydrogène). Le doc 4, nous dit qu'1 m³ de biogaz a la même équivalence énergétique que 0,6 m³ de méthane. Ces informations sont bien cohérentes car 1 m³ de biogaz contient 60 % de méthane (doc 1) soit 0,6 m³ de méthane **(0,75 pt justification + 0,75 pt conclusion) = 1,5 pt**

2.1. D'après le doc 3, la quantité d'énergie libérée en un an par la combustion du biogaz (« production annuelle d'énergie par le cogénérateur ») est 860 MWh (thermique) + 830 MWh (électrique) soit 1690 MWh.

Avant de calculer le volume de biogaz correspondant, il faut tenir compte du rendement de l'installation : $\eta =$

$$\frac{\text{énergie totale produite}}{\text{énergie issue de la combustion}} = 70 \% \quad \text{énergie issue de la combustion} = \frac{\text{énergie totale produite}}{\eta}$$

$$\text{énergie issue de la combustion} = \frac{1690}{0,70} = 2414 \text{ MWh (Valeur non arrondie stockée en mémoire)}$$

Par proportionnalité (doc 4) :

1 m ³ de biogaz (\Leftrightarrow 0,6 m ³ de méthane)	0,6 × 10 = 6 kWh
V _{biogaz} annuel (m ³)	2414 MWh

$$V_{\text{biogaz}} \text{ annuel} = \frac{1 \times 2414 \times 10^6}{6 \times 10^3} = 4 \times 10^5 \text{ m}^3$$

Soit un ordre de grandeur de 10⁵ m³ pour le volume de biogaz annuel **(0,5 pt raisonnement pour énergie de combustion + 0,75 pt la valeur énergie de combustion + 0,5 pt raisonnement V_{biogaz} + 0,75 pt la valeur V_{biogaz}) = 2,5 pts**

2.2. La variation d'énergie interne d'un volume d'eau V_{eau} chauffée de 10°C à 70°C est donnée par la relation :

$$\Delta U = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T = \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T \quad \text{Donc } V_{\text{eau}} = \frac{\Delta U}{\rho_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T}$$

Avec $\Delta U = 860 \text{ MWh}$ (énergie thermique annuelle) = 860 × 10³ kWh $\Delta U = 860 \times 10^3 \times 3600 \text{ kJ}$
 $\Delta T = 70 - 10 = 60^\circ\text{C} = 60 \text{ K}$ $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1} = 4,180 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3} \quad V_{\text{eau}} = \frac{860 \times 10^3 \times 3600}{1000 \times 4,180 \times 60} = 1,2 \times 10^4 \text{ m}^3$$

D'après le doc 3, « 200 L d'eau chaude sont consommées par jour dans la salle de traite » ce qui fait donc une consommation annuelle de 200 × 365 = 73,0 × 10³ L = 73,0 m³ Ce volume d'eau chaude consommé pour la salle de traite est bien inférieur à 1,2 × 10⁴ m³ trouvé précédemment donc l'eau chaude peut servir pour la consommation d'autres usagers **(0,5 pt formule pour Veau + 1 pt valeur de Veau + 1 pt justifications consommation pour usager et salle de traite) = 2,5 pts**

2.3. La puissance P représentant l'énergie fournie par un système à un autre par unité de temps, on peut écrire :

$$P = \frac{E}{\Delta t} \text{ soit } E = P \times \Delta t \quad E = 104 \times (365 \times 24) = 9,11 \times 10^5 \text{ kWh} = \mathbf{911 \text{ MWh}}$$

On constate que l'énergie électrique théorique produite par le cogénérateur (911 MWh) est supérieure à la production annuelle du doc 3 (830 MWh). Le document 2 montre que le cogénérateur est le siège de pertes, ce qui explique le décalage entre les valeurs. Par ailleurs, il est probable que le cogénérateur ne fonctionne pas de façon ininterrompue toute l'année **(0,5 pt formule de l'énergie + 1 pt valeur de l'énergie + 0,5 pt comparaison + 0,5 pt justifications des différences) = 2,5pts**

3. On peut citer comme arguments montrant l'intérêt environnemental d'un tel dispositif : (2 parmi ceux présentés ci-dessous)- Moins de déchets (3200 tonnes/an de matière organique valorisée)

- Limitation des émissions de gaz à effet de serre (Économie de CO₂ : environ 420 tonnes/an)

- Le digestat sert à l'épandage pour fertiliser la terre.

- L'énergie électrique produite sur l'installation diminue les besoins de production de la centrale électrique (nucléaire ou thermique à flamme) la plus proche et donc limite la production de déchets nucléaires ou la consommation d'énergies fossiles avec émission de gaz à effet de serre, particules et gaz polluants l'atmosphère.

(0,5 pt par argument*2)=1 pt

Exercice 2 (thermoplongeur) (6 pts) :

1°) $C_{\text{systeme}} = C + C' + m \times c_{\text{eau}} = 0,100 + 0,020 + 4,18 \times 1,00 = 4,30 \text{ KJ} \times \text{K}$ (1 pt la formule + 1 pt la valeur avec calcul détaillé) = 2 pts

2°) $Q = E_{\text{recue}} = P_{\text{elec}} \times \Delta t = U_0 \times I \times \Delta t = U_0 \times \frac{U_0}{R} \times \Delta t = \frac{U_0^2}{R} \times \Delta t$ (2 pts la formule)

3°) Soit $Q = C_{\text{systeme}} \times (\vartheta_1 - \vartheta_0) = \frac{U_0^2}{R} \times \Delta t$ d'où $\Delta t = R \times C_{\text{systeme}} \times (\vartheta_1 - \vartheta_0) / U_0^2$

$\Delta t = 1,20 \times 4,30 \times 10^3 \times (100 - 14,5) / 48,0^2 = 191 \text{ s}$ (3 min 11 s) (1 pt la formule + 1 pt la valeur) = 2pts

Exercice 3 (Enigme) (4 pts)

Le glaçon fond quand il reçoit de l'énergie de l'air ambiant. Le glaçon protégé par le pull bien chaud ne reçoit pas d'énergie thermique ou peu de l'extérieur, il fondra donc moins vite que celui laissé à l'air libre.

L'expression « pull bien chaud » n'est donc pas adaptée. (2 pts justifications + 2 pts conclusion) = 4 pts